

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-239689

(43)Date of publication of application : 24.10.1986

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 60-080823

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 16.04.1985

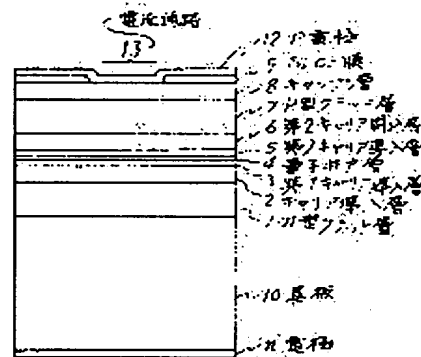
(72)Inventor : SUGIMOTO MITSUNORI

## (54) QUANTUM WELL LASER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable oscillation having a short wavelength and a low threshold by forming carrier introducing layers in specific thickness or less and carrier confinement layers in succession while being brought into contact with one of quantum wells and bringing the forbidden band width of each layer to proper values.

**CONSTITUTION:** An N-type clad layer 1, a first carrier confinement layer 2, a first carrier introducing layer 3, a quantum well layer 4, a second carrier introducing layer 5, a second carrier confinement layer 6, a P-type clad layer 7 and a cap layer 8 are crystal-grown on a semiconductor substrate 10 in succession. The thickness of the layer 5 is brought to 300 $\text{\AA}$  or less, and the forbidden band width of the layer 5 is made smaller than that of the layer 6, and made larger than that of the layer 4. Consequently, carriers passing through the layer 4 are reflected by the interface, and injected to the layer 4 again. Accordingly, since the thickness of the equivalent layer 4 is increased in electrons injected to the layer 4, carriers are injected efficiently even when the thickness of the layer 4 is thinned, thus resulting in oscillation having a short wavelength and a low threshold.



BEST AVAILABLE COPY

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-239689

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)10月24日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑮ 発明の名称 量子井戸レーザ

⑯ 特 願 昭60-80823

⑰ 出 願 昭60(1985)4月16日

⑱ 発 明 者 杉 本 満 則 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

量子井戸レーザ

2. 特許請求の範囲

主発光領域に少なくとも1つ以上の量子井戸を有する量子井戸レーザにおいて、前記量子井戸の少なくとも一方に接して設けられこの量子井戸の禁制帯幅より大きい禁制帯幅をもつキャリア導入層と、このキャリア導入層に接して設けられこのキャリア導入層の禁制帯幅より大きい禁制帯幅をもつキャリア閉込め層とを備え、前記キャリア導入層の厚みが300Å以下であることを特徴とする量子井戸レーザ。

3. 発明の詳細な説明

〈産業上の利用分野〉

本発明は光通信ないしは情報処理装置等に利用される量子井戸レーザの改良に関する。

〈従来技術とその問題点〉

量子井戸レーザは、低閾値高効率等の優れた特性を有するため盛んに研究が進められている。この量子井戸レーザにおける量子井戸の厚さは200Å以下と非常に薄く、これにより電子の運動が膜厚方向で制限され量子効果が発揮される。この量子井戸の厚さを200Åから徐々に薄くした場合に発振閾値も徐々に小さくなる傾向にあるが、この量子井戸をある限度以上薄くした場合には電子の注入効率の悪化のために発振閾値が増大することが知られている。例えば、1983年秋季第44回応用物理学会学術講演会講演予稿集26p-P-11記載のGRIN-SCH構造の量子井戸レーザでは、量子井戸の厚みが60Å以下になると発振閾値が増大している。この注入効率の悪化は、量子井戸に注入された電子が量子井戸の中のエネルギー準位に緩和しないうちに通過してしまうために起こると考えられる。

この様に、従来の量子井戸レーザにおいては量子井戸を非常に薄くした場合に発振閾値が増大す

特開昭61-239689(2)

るという欠点があった。このため量子井戸の厚さを非常に薄くすることによって基底エネルギー準位と量子井戸の価電子帯下端のエネルギー差を大きくし、発光波長の短波長化をねらう場合には、発振閾値の増大を招くため実用上不都合となる問題があった。

#### 〈発明の目的〉

本発明の目的は、このような問題を除去し、量子井戸を非常に薄くした場合にも、短波長でかつ低閾値で発振する量子井戸レーザを提供することにある。

#### 〈発明の構成〉

本発明の構成は、主発光領域に少なくとも1つ以上の量子井戸を有する量子井戸レーザにおいて、前記量子井戸の少なくとも一方に接して厚さ300 Å以下で設けられたキャリア導入層と、このキャリア導入層に接して設けられたキャリア閉じ込め層とを備え、前記キャリア導入層の禁制帯幅が前記キャリア閉じ込め層に比べ小さく前記量子井戸に比べ大きいことを特徴とする。

- 3 -

0.1 ~ 0.2 μm)、7はp型クラッド層( $p\text{-Al}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}$ ,  $0.2 \leq X_{c2}$ , 好ましくは  $0.4 \leq X_{c2} \leq 0.7$ )である。

本実施例において注入された電子は、キャリア導入層とキャリア閉じ込め層との間の界面において反射されやすいため、量子井戸層4を通過したキャリアもこの界面で反射されて再び量子井戸層4に注入される様になる。このため量子井戸層4に注入された電子にとって、等価的な量子井戸層4の厚みが大きくなるため、キャリアの量子井戸層4への注入効率が改善される。

また、キャリア導入層の厚さがあまり厚いとこのキャリア導入層でキャリアが再結合してしまう恐れがあるため、本実施例では300 Å以下と薄くしている。

この様に、本実施例の量子井戸レーザにおいては、電子の注入効率の悪化という問題は生じず低い閾値電流でレーザ発振を行なうことが出来る。

次に本実施例の製作方法について説明する。

まず最初に、半導体基板10 ( $n\text{-GaAs}$ )上

- 5 -

#### 〈実施例〉

次に図面を参照して本発明を詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例の量子井戸レーザの主要部の断面図、第2図はそのエネルギーバンド図である。図中、1はn型クラッド層( $n\text{-Al}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{As}$ ,  $0.2 \leq X_{c1}$ , 好ましくは  $0.4 \leq X_{c1} \leq 0.7$ )、2は第1キャリア閉じ込め層( $\text{Al}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}$ ,  $X_{g1} < X_{c1}$ , 厚さ0.5 μm以下、好ましくは  $0.2 \leq X_{g1} \leq 0.3$ , 厚さ0.1 ~ 0.2 μm)、3は第1キャリア導入層( $\text{Al}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{As}$ ,  $X_w < X_{c1} < X_{g1}$ , 厚さ300 Å以下、典型的には厚さ100 Å以下)、4は量子井戸層( $\text{Al}_{x_w}\text{Ga}_{1-x_w}\text{As}$ ,  $X_w < X_{c1}$ ,  $X_w < X_{g1}$ , 厚さ200 Å以下、典型的には  $X_w = 0$  (すなわち  $\text{GaAs}$ ), 厚さ100 Å以下)、5は第2キャリア導入層( $\text{Al}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}$ ,  $X_w < X_{g2} < X_{c2}$ , 厚さ300 Å以下、典型的には厚さ100 Å以下)、6は第2キャリア閉じ込め層( $\text{Al}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}$ ,  $X_{c2} < X_{g2} < X_{c2}$ , 厚さ<0.5 μm以下、典型的には  $0.2 \leq X_{g2} \leq 0.3$ , 厚さ=

- 4 -

にn型クラッド層1、第1キャリア閉じ込め層2、第1キャリア導入層3、量子井戸層4、第2キャリア導入層5、第2キャリア閉じ込め層6、p型クラッド層7、キャップ層8 ( $p\text{-GaAs}$ )を順次結晶成長する。この結晶成長方法はMBE法を用いたが、他の例えばMO-CVD法等の方法によっても良い。次に、 $\text{SiO}_2$ 膜9を形成しホットエッチング法によってストライプ状に電流通路13を形成する。次にp型電極12及びn型電極11を形成し、最後に劈開を用いて共振面を形成し電極にワイヤ等を取付けて完成する。

以上の実施例においては、キャリア閉じ込め層を膜厚方向において組成が均一なものをを用いたが、これに限らずこの領域をグレイッド領域としたいわゆるGRIN-SCH構造を採用することも出来る。また、ストライプ構造を本実施例では酸化膜ストライプ構造としたが、これに限らず他の構造例えばプレーナストライプ構造、リッジウェイブガイド構造、埋込み構造等あらゆるストライプ構造の量子井戸レーザに適用出来る。また、本実施

- 6 -

BEST AVAILABLE COPY

特開昭61-239689(3)

例においては量子井戸層が単一のものについて説明したが、多重量子井戸レーザについても適用出来る。さらに、本実施例においては材料として $\text{AlGaAs}/\text{GaAs}$ 系材料を用いたが、これに限らず $\text{InGaAsP}/\text{InP}$ ,  $\text{InGaAlAs}/\text{InP}$ 系材料等の他の材料も適用出来る。

#### 〈発明の効果〉

以上説明したように、本発明によれば、量子井戸層の厚さが非常に薄くなっても、キャリア注入が効率良く行なわれるために、短波長で発振しかつ低閾値の量子井戸レーザが得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の断面図、第2図は第1図のエネルギーバンド図である。図において1……n型クラッド層、2……第1キャリア閉じ込め層、3……第1キャリア導入層、4……量子井戸層、5……第2キャリア導入層、6……第2キャリア閉じ込め層、7……p型クラッド層、8……キャップ層、9…… $\text{SiO}_2$ 膜、10……半導

体基板、11……n型電極、12……p型電極、13……電流通路、である。

代理人 弁理士 内 原 晋

